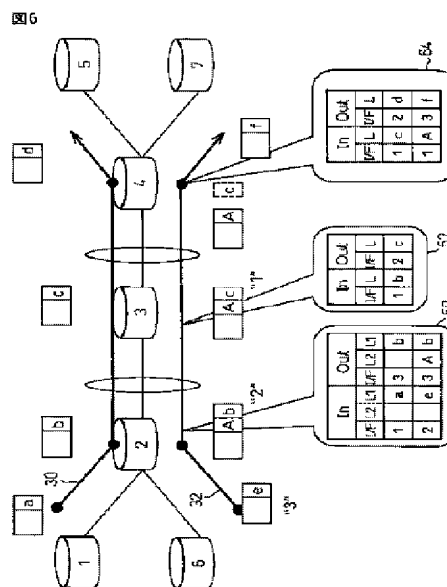


(43) Date of publication of application: **06.12.2002**

(72) Inventor: **MIYAMOTO KAZUYO**
KUROSE YOSHIHARU

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

SOLUTION: When a LSP 32 having a common route with an existing LSP 30 between a LSR(label switching router) 2 and a LSR 4 is set up, labels 'b' and 'c' same as the LSP 30 are assigned as a label for level 1, and a label 'A' is assigned as a label for level 2 within the common route. In addition to the label 'e' of the LSP 32, the hop number to the LSR 4 '3' is stored at a header of a packet sent from a LSR 6, which is the start point of the LSP 32. By decrementing the hop number included at the header for each passing a node, the LSR 4 recognizes that its own node is the termination of the common route, and label table 64 is obtained by the label 'A' and routes the packet to a LSR 7.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際のパスのアグリゲート方法であって、

(a) 第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを、第1のパスの始点ノードから送出し、

(b) 第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってパケットをルーティングし、

(c) パケットに指定された、第2のパスとの共通経路の終点のノードに到達したとき、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングするステップを具備するパスのアグリゲート方法。

【請求項2】 (e) 共通経路内において、第2のパスに割り当てられたラベルを第1のパスの第1のレイヤのラベルとして第1のパスにも割り当て、かつ、第1のパスを識別するラベルを第1のパスの第2のレイヤのラベルとして第1のパスにさらに割り当てるステップをさらに具備し、

ステップ(b)は、該第1のレイヤのラベルを用いてパケットをルーティングするサブステップを含み、

ステップ(c)は、該第2のレイヤのラベルを用いてパケットをルーティングした後第1のレイヤのラベルを用いてパケットをルーティングすることにより、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングするサブステップを含む請求項1記載の方法。

【請求項3】 ステップ(e)は、第1のパスのラベル要求メッセージに第2のパスに割り当てられたラベルを格納して要求することにより、第2のパスに割り当てられたラベルを第1のパスにも割り当てるサブステップを含む請求項2記載の方法。

【請求項4】 終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、

第1のパスに関連付けて第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置を記憶する手段と、

第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを送出する手段とを具備するノード装置。

【請求項5】 終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、

第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含み、第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってルーティングされたパケットを受信する手段と、

受信されたパケット内の指定に基づき、自ノードが第2のパスとの共通経路の終点のノードであるとき、第2の

パスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングする手段とを具備するノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラベルスイッチ機能を有するネットワークにおいてラベルスイッチドパスをアグリゲートすることによってラベルテーブルのエントリ数を削減する方法およびそれを実現するノード装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ラベルスイッチ機能を有するネットワーク、例えば、MPLS (Multiprotocol Label Switching) 網では、パケットに付与されているパケットの転送単位を示したラベルを基に、各ノードにおける、パケットの振る舞いを決定し、転送処理を行なう。そのためには、まず、ラベル値と、そのラベル値を持つ転送単位に属するパケットの、各ノードにおける処理方法に対応付けた、ラベルテーブルを各ノードに構築する必要である。そのために、MPLSでは、ラベル配布プロトコル(LDP)によるラベルスイッチドパス(LSP)確立時に、ラベルの配布、および、ラベルテーブルの作成を行なっている。

【0003】このラベルテーブルのエントリは、確立されたLSPごとに存在することになるので、LSPの数が増加するに従って、ラベルテーブルのエントリ数も増加し、ラベルのスイッチ処理が複雑になる。しかしながら、ラベルのマージや、階層化技術を用いることによって、テーブルのエントリを削減することが可能である。

【0004】図1に、MPLSにおけるLSPの例を示す。図1において、LSP10に対してノード1-2間にラベル“a”が、ノード2-3間にラベル“b”が、ノード3-4間にラベル“c”が、ノード4-5間にラベル“d”が割り当てられている。LSP12に対しては、ノード6-2間、ノード2-3間、ノード3-4間およびノード4-5間にそれぞれラベル“e”、“f”、“g”および“h”が割り当てられている。したがって、ノード2にはラベルテーブル14が、ノード3にはラベルテーブル16が、ノード3にはラベルテーブル18が格納される。

【0005】パケットをノード1からLSP10に沿ってノード5まで転送する際には、ラベル“a”が付されたパケットが送出される。ノード2では、ノード1との入力インターフェース“1”とラベル“a”でラベルテーブル14が引かれ、出力インターフェース“3”およびラベル“b”が読み出され、出力インターフェース“3”からラベル“b”を付したパケットが送出される。このようにして、パケットのラベルが書き替えられながら、パケットがノード5に到達する。

【0006】図2にラベルマージ技術を用いた場合を示

す。図2のように複数のノードから、ある特定の宛先ノードに向かう複数のLSPがある場合、マージによって、LSPの合流ノード（ノード2）において、複数の入力ラベルを、単一のラベルに置きかえることができる。これにより、図2に示すように、LSPの中間ノード3、4におけるラベルテーブル20、22のエントリーを削減することができる。

【0007】しかしながら、マージが適用できるのは、同じ宛先ノードを持つLSP、すなわち、マージを開始するポイントから宛先ノードまで、全く同じ経路を持つLSPのみである。従って、異なる宛先ノードを持つLSPに対しては適用できない。LSPの階層化とは、予め設定された第1のLSPの入口（Ingress）と出口（Egress）を通過する第2のLSPを設定する場合に、第1のLSPをトンネルとみなし、そのトンネルの出口ノードを入口ノードに隣接するノードとみなして、第2のLSPを設定するものである（ここで、第1のLSPをレベル1のLSP、第2のLSPをレベル2のLSPと呼ぶ。）。これにより、トンネル内では複数のレベル2のLSPを1つのレベル1のラベルでルーティングできるので、ラベルテーブルのエントリーを削減することができる。

【0008】しかしながら、階層化においては、あらかじめアグリゲートされる範囲が決まっており、その範囲を経路として持つLSPのみ、これを適用することができる。従って、設定された共通範囲と一部でも異なる共通経路を持つLSPに対しては、これを適用することはできない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の目的は、共通経路を持ち宛先の異なる複数のLSPを、流動的、且つ柔軟にアグリゲートする方法およびそれを実現するノード装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際のパスのアグリゲート方法であって、第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを、第1のパスの始点ノードから送出し、第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってパケットをルーティングし、パケットに指定された、第2のパスとの共通経路の終点のノードに到達したとき、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングするステップを具備するパスのアグリゲート方法が提供される。

【0011】本発明によれば、終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、第1のパスに関連付けて

第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置を記憶する手段と、第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを送出する手段とを具備するノード装置もまた提供される。

【0012】本発明によれば、終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含み、第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってルーティングされたパケットを受信する手段と、受信されたパケット内の指定に基づき、自ノードが第2のパスとの共通経路の終点のノードであるとき、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングする手段とを具備するノード装置もまた提供される。

【0013】

【発明の実施の形態】図3に示すように、LSR（Label Switching Router）1→2→3→4→5の経路でLSP30が既に存在し、LSR6→2→3→4→7の経路のLSP32を設定する際にLSR2-4間でLSP32をLSP30とアグリゲートする場合を例にとって本発明を説明する。

【0014】まず、LSR1-5間にLSP30を設定する際のラベル配布手順を図4に示す。ラベル配布プロトコル（LDP）の送信ノードであるLSR1は、LSP30上の次の下流ノードであるLSR2に対し、ラベル要求メッセージ34を送信する、それを受け取ったLSR2は、それを次の下流ノードであるLSR3に転送する。これを繰り返して、終端ノードであるLSR5がラベル要求メッセージ36を受けると、LSR5は、前段のLSR4に対し、ラベル割り当てメッセージ38を送信し、ラベル“d”を配布する。同様にLSR4もLSR3に対し、ラベル“c”を配布するためのラベル割り当てメッセージ40を送信する、これを送信ノードに達するまで、繰り返す。これにより、LSR1→5に対するラベルの配布が完了し、各ノードのラベルテーブルにエントリが追加されてLSP30が設定される。

【0015】次にLSR6-7間にLSP32（図3）を設定する際のラベル配布手順を図5に示す。ここで、経路2、3、4はLSR1→5と共通なので、下記の手順でアグリゲーションを行なうためのラベル配布を行なう。

1. LSR6、2間には、既存のラベルが存在しないので、LSR6はLSR2に、ラベル要求メッセージ42により、新規ラベルを要求する。
2. LSR2、3間には、既存のラベル“b”が存在するので、LSR2は、LSR3に対し、ラベル要求メッセージ44により、ラベル“b”を要求する。
3. LSR3もLSR2と同様に、LSR4に対し、ラ

ベル要求メッセージ46により、LSR3、4間の既存ラベル“c”を要求する。

4. LSR4、7間には、既存ラベルが存在しないので、LSR4はLSR7に、ラベル要求メッセージ48により、新規ラベルを要求する。

5. LSR6→7の終端ノードであるLSR7は、ラベル割り当てメッセージ50により、新規ラベル“f”をLSR4に返す。

6. 新規ラベル“f”を受け取ったLSR4は、LSR3に対し、LSR3から要求された既存ラベル“c”を返す。また、LSR4はアグリゲート範囲の終端であるので、アグリゲート範囲において、LSP32を一意に識別するために、ラベル“A”を発行し、その情報をラベル割り当てメッセージ52でLSR3に渡す。また、アグリゲートの終端を示すために、ホップカウンタに“1”を入れ、LSR3に渡す。

7. 既存ラベル“c”とアグリゲート範囲において各LSPを一意に識別するためのラベル“A”を受け取ったLSR3は、LSR2に対し、LSR2から要求された既存ラベル“b”を返す。また、手順6で受け取った、ホップカウンタをインクリメントして“2”とし、ラベル“A”とともに、LSR2に渡す。

8. 既存ラベル“b”とアグリゲート範囲において各LSPを一意に識別するためのラベル“A”を受け取ったLSR2は、新規ラベル“e”を発行し、LSR6に返すとともに、ホップカウンタをインクリメントして“3”とし、LSR6に返す。LSR6はラベルとともにこのホップカウンタの値を、設定したLSPに関連付けて記憶する。

【0016】ここで、図6を用いて、LSR6からLSR7へのパケットの転送処理の流れを説明する。

1. 送信ノードであるLSR6は、パケットに付されるshimヘッダにLSR6→7へのLSPに割り当てられたラベル“e”を格納する。更に、パス設定時に記憶したアグリゲートの終端ノードを示す数値“3”を格納し、LSR2に転送する。終端ノードを示す数値“3”は例えばshimヘッダ内のEXPの領域に格納される。

2. LSR2は、ホップカウンタをデクリメントして“2”とする。また、入力インターフェース番号2とラベル“e”によりラベルテーブル60を参照して、ラベル“e”の代わりに、共通経路においてLSP6→7を一意に識別するためのラベル“A”と、LSR2、3間の転送処理を示すラベル“b”をパケットに付加し、LSR3に転送する。これにより、経路2、3、4におけるLSP1→5とLSP6→7のアグリゲートを実現する。

3. LSR3は、ホップカウンタをデクリメントして“1”とする。また、ラベルテーブル62を参照してラベル“b”をLSR3、4間の転送処理を示す“c”に

張り替え、LSR4に転送する。

4. LSR4は、ホップカウンタをデクリメントする。ここでホップカウンタが“0”となるため、LSR4は共通経路の終端であると認識し、ラベル“c”をはずし、そして、ラベルテーブル64を参照してアグリゲーション範囲における転送処理を示すラベル“A”をラベル“f”に張り替え、転送する。これによってLSP6→7のセグリゲートを実現する。

【0017】本発明におけるラベル要求メッセージオブジェクトの一例を図7に示す。Label TLVの内容としてのLabelに新規ラベルを要求する場合、NULLが、既存のラベルを指定する場合はそのラベルが格納される。本発明におけるラベル割り当てメッセージオブジェクトの一例を図8に示す。Aggregate Label TLVのLabelには、アグリゲート範囲においてLSPに配布されるラベル値が、アグリゲートしない場合はNULLが入る。また、ホップカウンタには、デフォルト（アグリゲートしない場合）でNULL、アグリゲートする場合には、1以上の数値が入る。

【0018】本発明のアグリゲート方法を用いれば、図9に示すようにホップ（リンク）単位での柔軟なアグリゲートが可能となる。図9において、LSP70はLSR1-2間でLSP72とアグリゲートされており、LSR2-3間ではLSP72およびLSP74とアグリゲートされている。またLSP74はLSP72とLSR2-4間でアグリゲートされている。

【0019】（付記1）終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケット転送する際のパスのアグリゲート方法であって、

（a）第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを、第1のパスの始点ノードから送出し、（b）第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってパケットをルーティングし、（c）パケットに指定された、第2のパスとの共通経路の終点のノードに到達したとき、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングするステップを具備するパスのアグリゲート方法。 (1)

（付記2）前記共通経路の終点のノードの位置は、第1のパスの始点ノードから共通経路の終点のノードまでのホップ数を含み、（d）ノードを通過するごとにパケットに含まれるホップ数をデクリメントし、それによって共通経路の終点のノードにパケットが到達したことを認識するステップをさらに具備する付記1記載の方法。

【0020】（付記3）（e）共通経路内において、第2のパスに割り当てられたラベルを第1のパスの第1のレイヤのラベルとして第1のパスにも割り当て、かつ、第1のパスを識別するラベルを第1のパスの第2のレイヤのラベルとして第1のパスにさらに割り当てるステッ

ブをさらに具備し、ステップ(b)は、該第1のレイヤのラベルを用いてパケットをルーティングするサブステップを含み、ステップ(c)は、該第2のレイヤのラベルを用いてパケットをルーティングすることにより、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングするサブステップを含む付記1記載の方法。

(2)

(付記4) ステップ(e)は、第1のパスのラベル要求メッセージに第2のパスに割り当てられたラベルを格納して要求することにより、第2のパスに割り当てられたラベルを第1のパスにも割り当てるサブステップを含む付記3記載の方法。

(3)

(付記5) 終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、第1のパスに関連付けて第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置を記憶する手段と、第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含むパケットを送出する手段とを具備するノード装置。

【0021】(付記6) 前記共通経路の終点のノードの位置は、自ノードから共通経路の終点のノードまでのホップ数を含む付記5記載のノード装置。

(4)

(付記7) 終点ノードを含まない範囲で第2のパスとの共通経路を有する第1のパスに沿ってパケットを転送する際にパスをアグリゲートすることの可能なノード装置であって、第1のパスの識別子と、第2のパスとの共通経路の終点のノードの位置とを含み、第2のパスとの共通経路において、第2のパスのルーティング情報を使ってルーティングされたパケットを受信する手段と、受信されたパケット内の指定に基づき、自ノードが第2のパスとの共通経路の終点のノードであるとき、第2のパスから別かれて第1のパスへパケットをルーティングする手段とを具備するノード装置。

(5)

(付記8) 前記共通経路の終点のノードの位置は、第1

のパスの始点ノードから共通経路の終点のノードまでのホップ数を含み、パケットに含まれるホップ数をデクリメントし、それによって自ノードが共通経路の終点のノードであることを認識する手段をさらに具備する付記7記載のノード装置。

【0022】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、どんな経路をとるLSPに対しても、他のLSPと少なくとも1ホップ以上の共通経路を持っていれば、それをアグリゲート範囲として設定することができ、その共通経路に基づいた、柔軟なアグリゲート、およびセグリゲートが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 MPLSにおけるLSPの例を示す図である。

【図2】 従来技術としてのラベルマージを説明する図である。

【図3】 本発明が適用されるLSPの例を示す図である。

【図4】 LSP30を設定するためのラベル配布プロトコルを説明する図である。

【図5】 LSP32を設定するためのラベル配布プロトコルを説明する図である。

【図6】 本発明によるパスのアグリゲート結果を示す図である。

【図7】 本発明におけるラベル要求メッセージオブジェクトの一例を示す図である。

【図8】 本発明におけるラベル割り当てメッセージオブジェクトの一例を示す図である。

【図9】 本発明による柔軟なアグリゲートを説明する図である。

【符号の説明】

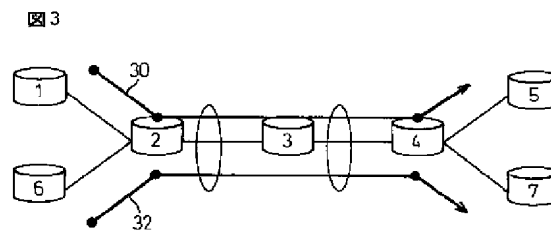
10, 12, 30, 32…LSP(ラベルスイッチドパス)

14, 16, 18, 20, 22, 60, 62, 64…ラベルテーブル

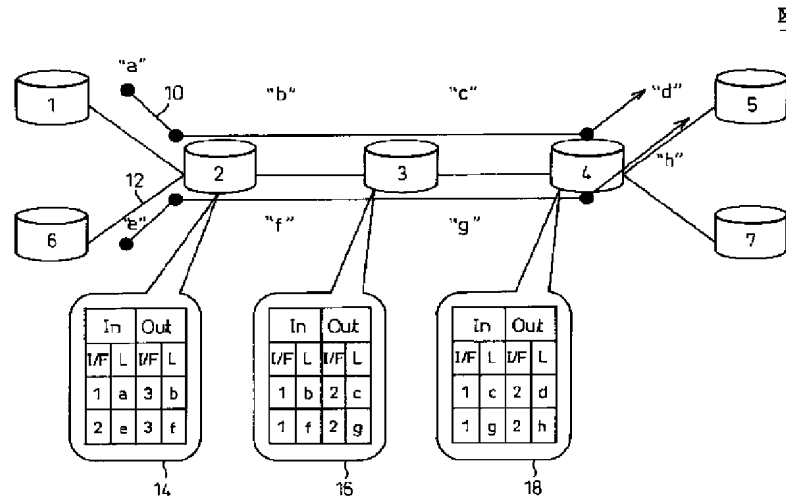
34, 36, 42, 44, 48…ラベル要求メッセージ

38, 40, 50, 52…ラベル割り当てメッセージ

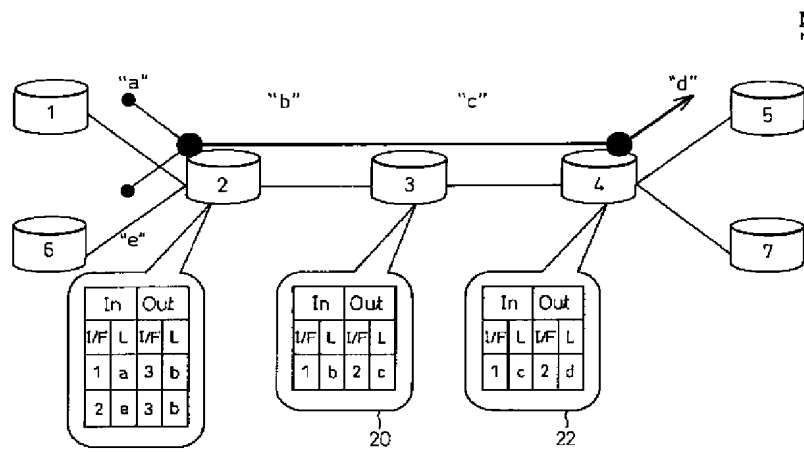
【図3】



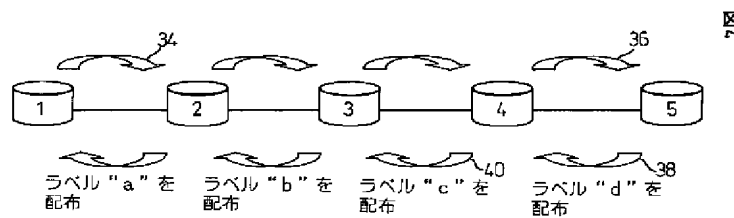
【図1】



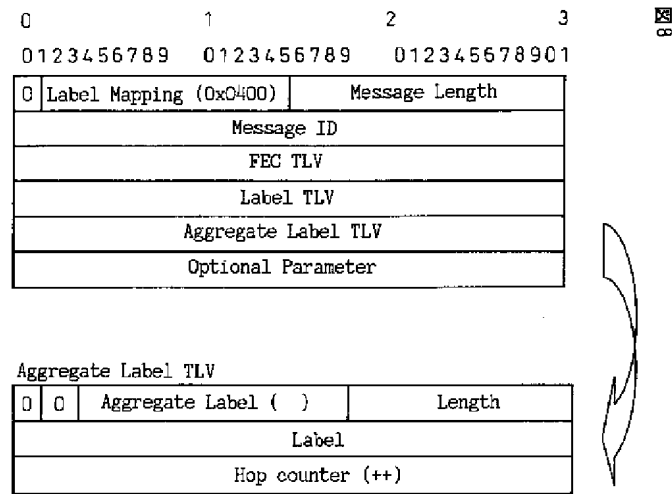
【図2】



【図4】



【図8】



【図9】

